

ПАРАМЕТРЫ ПРОТОКОЛА СЛУЧАЙНОГО МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА С КОНТРОЛЕМ НЕСУЩЕЙ ПРИ РАЗРЕШЕНИИ КОНФЛИКТОВ НА ФИЗИЧЕСКОМ УРОВНЕ

*Ерохин В. Ф., д. т. н., профессор; Полякова А. С.
ИССЗИ КПИ им. Игоря Сикорского, г. Киев, Украина*

Протоколы множественного доступа с контролем несущей (МДКН) получили широкое распространение в пакетных сетях [1, 2]. Они относительно просты и достаточно эффективны. Корреляционный метод разделения конфликтующих заявок [3], передаваемых узкополосными сигналами, позволяет осуществить прием в лучшем случае одной из столкнувшихся заявок. К тому же неизбежной платой за возможность корреляционного разделения является необходимость разбиения всех пользователей не менее чем, на 2 группы, характеризующиеся существенным различием между ними по мощности [2, 3]. Как оптимальные по некоторым критериям [3–5], так и линейные и всевозможные подоптимальные [4] алгоритмы приема взаимно мешающих цифровых сигналов [4] требуют дополнения корреляционного приемника блоками разделения-компенсации, поэтому предложения по их внедрению должны основываться на предварительной оценке эффективности такого внедрения. Заметим, что выполненный в [4] анализ энергетических затрат, необходимых на реализацию процедур разделения-компенсации, показал их высокую потенциальную энергетическую эффективность по сравнению с обычным корреляционным приемом. Выяснилось, что, к примеру, для когерентного разделения сигналов с двоичной фазовой модуляцией достаточно их энергетического различия на 3–4 дБ.

Целью настоящей работы является получение ответа на вопрос об увеличении обслуженной нагрузки в системе с ненастойчивым синхронным протоколом множественного доступа с контролем несущей за счет реализации процедур полного и частичного разрешения конфликтов на физическом уровне некоторой кратности.

При использовании известного [5] подхода к анализу вышеупомянутого протокола показывается, что в любом случае пропускная способность синхронного ненастойчивого МДКН условие отрицательного сноса (неперегруженности системы множественного доступа) будет иметь вид:

– при полном разрешении конфликтов (1):

$$S_n = \frac{g(n) \cdot e^{-g(n)} \cdot \sum_{i=0}^{k-1} \frac{g^i(n)}{i!}}{1 + \beta - e^{-g(n)}}, \quad (1)$$

где β — длина пустого окна, $g(n)$ — интенсивность входного потока, а $k \in 2, 3, \dots$ — кратность разрешения конфликтов на физическом уровне — возможность одновременно успешно демодулировать от 1 до k сигналов;

– при полном разрешении только тех конфликтов, которые возникают между пакетами из разных энергетических групп (т. е. различающихся по мощности излучения на некоторую, достаточную [4] для заданного алгоритма разделения, величину) (2):

$$S_n = \frac{g(n) \cdot e^{-g(n)} \cdot \sum_{i=0}^{k-1} \frac{g^i(n)}{(i+1)^i}}{1 + \beta - e^{-g(n)}}; \quad (2)$$

– при корреляционном разделении, когда успешно передается единственный пакет, и только при столкновениях пакетов, отличающихся между собой по мощности на необходимую для такого разделения величину (3):

$$S_n = \frac{g(n) \cdot e^{-g(n)} \cdot \sum_{i=0}^{k-1} \frac{g^i(n)}{(i+1)^{i+1}}}{1 + \beta - e^{-g(n)}}. \quad (3)$$

Результаты вычислений, выполненных по формулам (1–3) и, для сравнения, по формуле (4.39) из [1, с. 286] приведены на рис. 1–3.

Пропускная способность системы с ненастойчивым МДКН может быть определена традиционным способом — поиском экстремума путем приравнивания нулю первых производных (1–3).

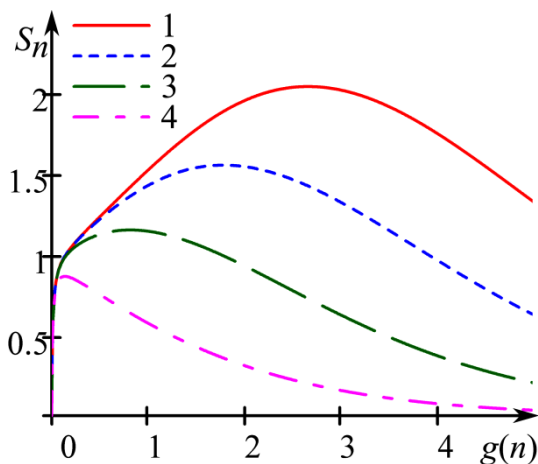


Рисунок 1. Полное разрешение конфликтов: 1 — при $k = 4$; 2 — при $k = 3$; 3 — при $k = 2$; 4 — при невозможности разрешения конфликтов на физическом уровне ($k = 1$).

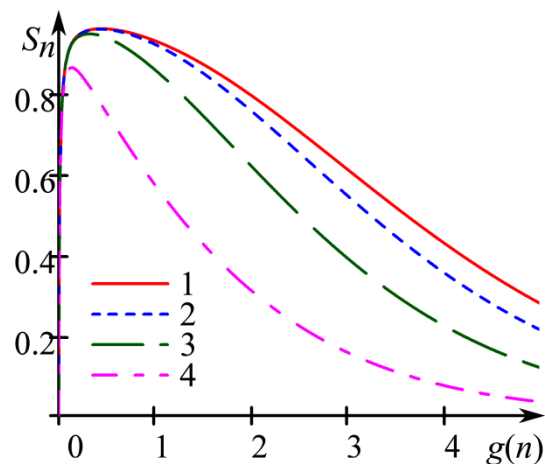


Рисунок 2. Полное разрешение конфликтов при столкновениях пакетов из разных энергетических групп: 1 — при $k = 4$; 2 — при $k = 3$; 3 — при $k = 2$; 4 — при невозможности разрешения конфликтов на физическом уровне ($k = 1$).

Предварительный анализ полученных соотношений показал, что пропускная способность синхронного протокола q -МДКН с увеличением кратности разрешаемых конфликтов существенно возрастает. На увеличение пропускной способности также влияет степень разрешения конфликтов (полное (рис. 1), полное разрешение при сталкивающихся пакетах из разных энергетических групп (рис. 2) и корреляционное (рис. 3)). Например, при длине пустого окна $\beta = 0,01$ и полном разрешении конфликтов кратности k ,

подставив в общее соотношение (1) получаем:

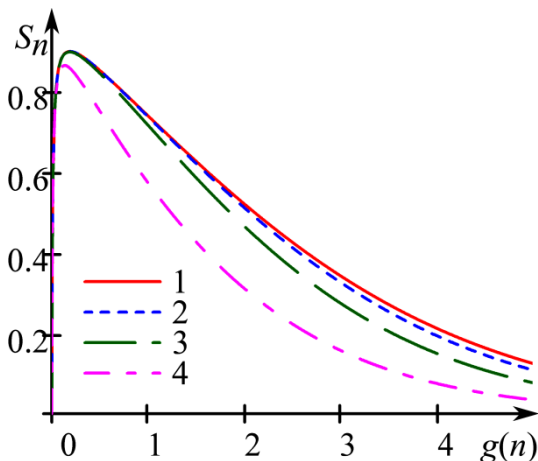


Рисунок 3. Корреляционное разделение конфликтов: 1 — при $k = 4$; 2 — при $k = 3$; 3 — при $k = 2$; 4 — при невозможности разрешения конфликтов на физическом уровне ($k = 1$).

- при $k = 2$ пропускная способность достигает 1,154, что в 1,3 раза больше по сравнению с ситуацией, проанализированной в [1], когда конфликты неразрешимы;
- при $k = 3$ — до 1,557, т. е. в 1,8 раз больше;
- при $k = 4$ — до 2,1, т. е. в 2,4 раза больше.

Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что введение процедур разрешения конфликтов на физическом уровне оказывается многообещающим. Это позволит существенно более эффективно использовать ресурс каналов связи.

Перелік посилань

1. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер; пер. с англ.— М.: Мир, 1989. — 544 с.
2. Бунин С. Г. Вычислительные сети с пакетной радиосвязью / С. Г. Бунин, А. П. Войтер. — Киев: Техника, 1989. — 223 с.
3. Metzner J. Improving utilization in ALOHA networks // IEEE Trans. fomm. — 1976. — vol. COM-27, №4. — pp. 447–448.
4. Бураченко Д. Л. Оптимальное разделение цифровых сигналов многих пользователей в линиях и сетях связи в условиях помех. — Ленинград: ВАС, 1990. — 302 с.
5. Єрохін В.Ф. Випадковий множинний доступ при розв'язанні конфліктів на фізичному рівні: Навч. посібник / В. Ф. Єрохін. — К. : ІСЗІ НТУУ «КПІ», 2014. — 294 с.

Анотація

Розглянуто один з протоколів синхронного множинного доступу з контролем несінхронності за додаткового припущення про використання процедур розв'язання конфліктів на фізичному рівні. Наведені результати аналізу обслуженого навантаження та пропускної спроможності.

Ключові слова: МДКН, пропускна спроможність.

Аннотация

Рассмотрен один из протоколов синхронного множественного доступа с контролем несущей с дополнительным предположением применения процедуры разрешения конфликтов на физическом уровне. Приведены результаты анализа обслуженной нагрузки и пропускной способности.

Ключевые слова: МДКН, пропускная способность.

Abstract

It's considered one of the protocols of the synchronous multiple access with carrier control and additional assumption of conflict resolution procedures in the physical layer. The results of analysis of handled load and bandwidth are mentioned.

Keywords: CSMA, capacity.